

Поскольку варианты тестов формируются МКОЗ автоматически по определенному плану из большого числа заданий, число вариантов очень велико. Количество попыток прохождения теста не ограничивается: если результат первой попытки низкий, студент получает рекомендацию проработать дополнительно материал электронной лекции или учебника и вернуться к выполнению тестовых заданий повторно. Таким образом, студент может упражняться в выполнении заданий по одной и той же теме до тех пор, пока не добьется желаемого результата. Самостоятельная работа в таком режиме позволяет студентам прогнозировать и планировать личные учебные достижения. Возможности системы МИСИС-СИТИ позволяют преподавателю регулярно получать информацию о работе студента с электронным лекционным материалом, о количестве пройденных тренировочных тестов и их результатах. Апробация разработанных электронных ресурсов проведена в осеннем семестре 2010–11 учебного года. Демонстрационный ролик описанного выше электронного лекционного курса можно посмотреть по адресу <http://misis.ru/ru/6173/ctl/Details/mid/13365/ItemID/4404>. Гостевой доступ к остальным ресурсам МИСИС-СИТИ можно получить, обратившись по адресу электронной почты [lex@misis.ru](mailto:lex@misis.ru).

**Хаустов А.П.**

**ВИРТУАЛЬНЫЕ ТРЕНАЖЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ  
ОБУЧЕНИЯ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

*akhaustov@yandex.ru*

*ФГОУ ВПО «Российский университет дружбы народов»*

*г. Москва*

Тренажерные технологии, несмотря на техническую сложность и дороговизну их внедрения в учебный процесс, завоевывают все большую популярность в отечественных образовательных программах. Это обусловлено высокой эффективностью подобных электронных средств обучения и их функциональностью. Однако в сфере экологической безопасности данные технологии лишь начинают создаваться и внедряться в практику. В Российском университете дружбы народов создан уникальный виртуальный тренажерный комплекс по экологической безопасности трубопроводного транспорта нефти. Комплекс используется для подготовки специалистов в сфере HSE-менеджмента и стал результатом содружества коллектива ученых РУДН и представителей нефтегазового комплекса. В тренажерном комплексе используются сценарии реальных аварий, что позволяет осуществить погружение обучаемого в профессиональную среду.

Проблемы предотвращения аварийных разливов нефти и борьбы последствий с авариями в России в последнее время не теряют остроты. Абсо-

лютные показатели аварийности на магистральном транспорте углеводородов (частота аварии, рассчитываемая как количество аварий на 1000 км/год) в среднем составляют величину 0,27 [1]. Еще хуже дело обстоит с внутри- и меж-промысловыми нефтепроводами – значения аварийности здесь выше.

О серьезности экономических и экологических последствий таких событий свидетельствуют многочисленные примеры. Так, средний ущерб от аварии, например, по данным для нефтегазового комплекса в ХМАО, составляет несколько десятков тыс. руб. Разлив 9 м<sup>3</sup> нефти в Ленинградской обл. в декабре 2009 г. привел к возникновению ущерба в 15 млн руб. и необходимости восстановительных работ на суммы 15 млн руб. (по сообщениям СМИ). Для крупных проектов транспортировки нефти средний ущерб в случае аварий оценивается от 1,7 до 2,3 млн руб. – это непосредственные расходы, связанные с необходимостью восстановительных работ, а также частично компенсацией ущерба окружающей среде в момент аварии. Отдаленные последствия аварийных ситуаций при этом не учитываются – это следствие слабой проработанности вопросов ликвидации отдаленных последствий для окружающей среды. В целом же за год по разным оценкам происходит до 50 тыс. аварий, сопровождающихся разливами нефти и нефтепродуктов, на всех стадиях обращения с ними.

В сложившейся ситуации крайне необходимы специалисты, владеющие эффективными приемами и средствами по предупреждению, устранению и ликвидации последствий (в том числе отдаленных) аварийных ситуаций. Это создает соответствующую реакцию рынка труда, однако подготовка таких комплексных специалистов в вузах России не осуществляется [2, 3]. Приведенные данные указывают на то, что работники нефтегазовой отрасли *недостаточно подготовлены* к ликвидации последствий аварий на нефтепроводах, хотя официально для всех подразделений предписана разработка планов ЛАРН. Такие работы предусмотрены нормативными документами практически всех крупных нефтяных компаний.

Серьезная проблема заключается в том, что не всегда планируемые в ПЛАРН природоохранные мероприятия являются *оптимальными*, соответствуют соразмерности нанесенного вреда и позволяют предусмотреть и предотвратить возможное *вторичное загрязнение* объектов окружающей среды в ходе локализации и ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов.

Погружение в профессиональную реальность практически всегда становится для начинающего специалиста определенным стрессом. С этой точки зрения формирование специалиста, в том числе закладка элементов профессиональной культуры, гораздо эффективнее происходит в условиях, когда есть возможность еще в процессе обучения вплотную приблизиться к реальным условиям будущей профессии [4–6]. Эта возможность обеспечивается включением в обучение тренажерных комплексов, в частности – виртуального тренажера по экологической безопасности, позволяющего смоделировать наиболее сложные ситуации, которые могут возникнуть в будущей профессиональной

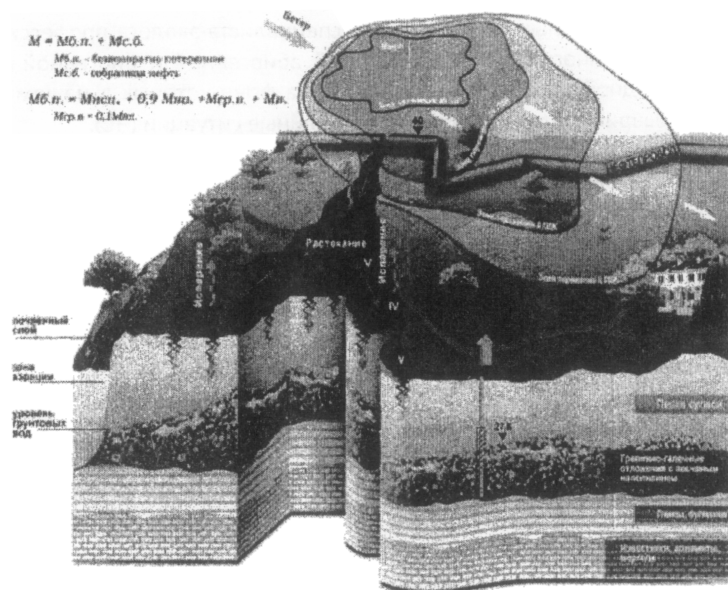
деятельности (аварийные ситуации). Для специалиста-эколога профессиональная среда – это многообразие проявлений абиогенной и биогенной составляющих природной обстановки и социума, на фоне которых в нашем случае происходит авария и/или создаются чрезвычайные ситуации (ЧС).

Использование технологий виртуального погружения в профессиональную среду позволяет решать многие проблемы, которые в настоящее время стоят практически перед любым вузом. Прежде всего, это сложность организации доступа обучаемых к современным техническим средствам, применяемым в условиях производства. В случае же обучения по экологической безопасности проблема наглядности вообще становится ключевой: *оптимальный вариант для обучаемого прочувствовать, что такое экологическая безопасность, – это «побывать внутри» аварийной ситуации.*

Виртуальные тренажеры широко применяются в практике подготовки специалистов, деятельность которых впоследствии будет связана с управлением техническими системами (самолеты и др.). Однако в практику высшего образования данные технологии обучения внедряются крайне медленно. Исключение, пожалуй, составляет РГУНГ им. И.М. Губкина, который взял курс на активное внедрение виртуальных тренажеров в практику обучения специалистов по различным специальностям. Тренажерные технологии – сложные дорогостоящие комплексы, системы моделирования и симуляции, компьютерные программы и физические модели, специальные методики, создаваемые для подготовки личности к принятию качественных и быстрых решений.

В случае экологических программ погружение в профессиональную среду происходит через руководство в сценариях «воздействие техногенеза – результат» с применением всего *комплекса знаний и навыков*, самооценкой действий и тестированием уровня теоретических знаний с динамическими образами изучаемых объектов.

Выбор тематики виртуального тренажерного комплекса по экологической безопасности обусловлен тем, что наиболее вредные воздействия связаны с авариями на различных объектах транспорта углеводородов. При этом разработка ПЛАРН является неотъемлемым элементом обучения, который реализуется непосредственно после теоретического курса. С точки зрения экологической безопасности в ПЛАРН недостаточно учтены оценки воздействия аварий на окружающую среду и технологии реабилитации загрязненных территорий. Поэтому в виртуальном тренажерном комплексе на эти проблемы сделан основной акцент, что отражено на гипотетической модели аварии (рис. 1).



*Рис. 1. Общее представление модели аварии*

Основными постоянными элементами виртуальной имитационной модели (ВИМ) являются база данных модели, моделирующие программы (основная и вспомогательные – они обращаются к БД и осуществляют непосредственный процесс моделирования), и сценарий, определяющий выбор моделирующих программ и последовательность их использования согласно характеру воспроизводимой функции (рис. 2).



Рис. 2. Функциональная структура виртуального тренажера

Функциональная структура основана на принципе интерактивности, т.е. постоянного *взаимодействия* обучаемого с тематическими модулями тренажера. Интерактивность достигается самостоятельной работой обучаемого, отвергающей пассивное восприятие информации. Приоритет отдается активному способу восприятия, что повышает эффективность обучения. Важнейшая особенность предлагаемого тренажера состоит также и в том, что создатели тренажера исходили из реальных учебных целей и задач.

Рассмотрим пример применения ВИМ для оценки негативных процессов при аварии на магистральном нефтепроводе (МН). В электронном тренажере предпринята попытка интегрировать несколько электронных средств учебного назначения с элементами *научного творчества*, которые могут рассматриваться как деятельность обучаемого по обработке информации и представлению ее в виде отчетной документации. Общий ход работы на виртуальном тренажере включает следующие этапы (рис. 3).

«Нулевой» шаг: предварительное тестирование с целью определения уровня теоретической подготовки и допуска его к модели. При условии успешной сдачи тестирования возможна дальнейшая работа с моделью

1. **Создание БД.** Ландшафтная обстановка представлена серией последовательных изображений (рельефа, почв, растительности, источники воздействия и др.) и рассматривается как совокупность точек электронного изображения. БД позволяет формировать сценарии воздействия на компоненты окружающей природной среды

2. **Блок воздействий.** Расчет объемов возможных разливов нефти или нефтепродуктов. В зависимости от выбранного сценария данными параметрами задается модуль техногенного давления

3. **Блок организационных мероприятий:** имитируется реагирование на ЧС в зависимости от ее уровня – информирование соответствующих структур, развертывание сил реагирования, порядок действий в ЧС и др.

4. **Блок сценариев развития нежелательных процессов.** Формируется от относительно благоприятных условий до крайне неблагоприятных

5. **Природозащитный блок:** подбор технических средств ликвидации аварии и восстановлению территории

6. **Блок организации постмониторинга** – размещение постов, сроки, состав наблюдения

7. **Блок оценки (анализа деятельности оператора):** основан на системе тестов, сопровождающих весь ход манипуляций. Анализируются слабые места в знаниях и выявляется необходимость дополнительной подготовки

Рис. 3. Этапы создания виртуального тренажера

Концепция виртуальных тренажерных комплексов основана на следующей **непрерывной схеме обучения**: теоретические знания → погружение в производственную среду (с использованием виртуальных тренажеров) → тестирование → выявление узких мест → выбор направлений дополнительной подготовки → необходимые материалы → погружение в производственную среду. Работа с виртуальным тренажером позволяет не только проследить развитие аварии и принять меры к локализации и ликвидации ее последствий. Обучаемый также поставлен перед необходимостью вести документальное оформление своих действий – в официально принятом формате должны быть подготовлены План ликвидации аварий (составление ПЛАРН – один из этапов работы на тренажере) и Отчет о ликвидации аварии.

Погружение в профессиональную среду происходит через руководство в сценариях «воздействие техногенеза – результат» с применением всего **комплекса знаний и навыков**, самооценкой действий и тестированием уровня теоретических знаний с динамическими образами изучаемых объектов.

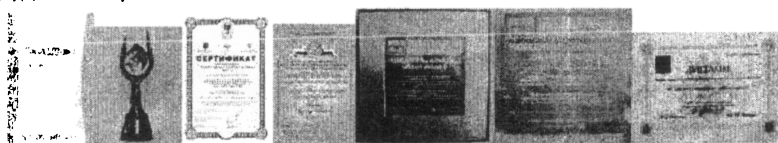
Навыки, полученные при работе с тренажером, позволяют обучаемому самостоятельно работать в фирмах и организациях, занимающихся экологическим сопровождением хозяйственной деятельности в различных отраслях, экологическим проектированием и экспертизой, декларированием безопасности объектов, составлением официальных документов. Это обусловлено тем, что в процессе выполнения работ используется действующая законодательная и нормативная база, актуальные форматы важнейших документов.

Реализация проекта стала возможной благодаря сотрудничеству с компаниями нефтегазового сектора – ОАО ТНК-ВР, ООО «Эколого-аналитический

центр газовой промышленности» (ЭАЦ Газпром) и др. Это позволило использовать богатую информационную основу для создания комплекса учебных и методических материалов и придать им инновационный характер, что было высоко оценено компаниями – потенциальными работодателями выпускников.

Виртуальный тренажерный комплекс, несмотря на его «молодость», уже получил признание в широких кругах специалистов по экологической безопасности. Разработчики виртуального тренажерного комплекса удостоены Национальной экологической премии 2009 г., проект стал победителем Всероссийского конкурса научно-методических разработок по экологической тематике 2010 г., лауреатом Национальной экологической премии ЭкоМир-2010, удостоен премии Правительства Москвы 2010 г. Результаты проекта были представлены на Всемирной конференции по образованию для устойчивого развития (Бонн, 2009) и Российско-Французских днях высшего образования, науки и инноваций (Томск, 2009), Всероссийской выставке «Инновации и технологии-2009».

Создатели тренажера заинтересованы в создании партнерской сети и распространении результатов проекта и с радостью примут предложения по сотрудничеству.



#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гражданкин А.И. Научно-техническая революция в отечественной промышленности. Предупреждение аварийности и травматизма. / А.И.Гражданкин // Безопасность труда в промышленности. 2008. № 3. С. 26–31
2. Редина М.М. HSE-менеджмент – это актуально. / М.М. Редина, А.П. Хаустов // Охрана труда и социальное страхование. 2008. № 5. С. 32–35.
3. Хаустов А.П. Новая образовательная программа по HSE-менеджменту / А.П. Хаустов, М.М. Редина // Ноосфера. 2008. № 3. С. 69–72
4. Хаустов А.П. Виртуальные информационные модели в задачах охраны природы. / А.П. Хаустов, М.М. Редина // Образование для устойчивого развития: опыт Восточной Европы, России и Центральной Азии; под ред. акад. РАН Н.С. Касимова М. : МГУ. 2009. С. 125–135.
5. Хаустов А.П. Инновационная магистерская программа по HSE-менеджменту с элементами виртуального погружения в профессиональную среду: опыт РУДН / А.П. Хаустов, М.М. Редина // Инновации в образовании. 2009. № 12. С. 3–16
6. Виртуальный тренажерный комплекс по экологической безопасности (ликвидация последствий аварий на нефтепроводах) / Колл. авторов. М. : Изд-во МИЭЭ. 2010. 144 с.